第25卷 第4期　　昆 虫 学 报　　Vol. 25, No. 4
1982年11月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Nov., 1982

褐飞虱越冬温度指标的研究

陈若篪　　赵 健　　徐秀媛
（南京农学院植保系）

摘要　对褐飞虱各虫态和不同生育期水稻过冷却点的测定及在人工模拟低温条件下耐寒力的比较表明：褐飞虱各虫态的耐寒力明显高于水稻。证明在冬季低温降临后，水稻先行枯萎，褐飞虱在食料缺乏和低温的共同影响下相继死亡。

水稻生存的下限温度在0—－2℃间，可作为褐飞虱在我国越冬的温度指标。据此，对褐飞虱在我国大陆的越冬北界提出了讨论意见。

近年来，国内在褐飞虱 *Nilaparvata lugens* Stål 迁飞规律的研究中，初步提出了褐飞虱在我国大陆的越冬北界（程遐年、陈若篪等，1979；全国褐飞虱科研协作组联合测报网，1982）。褐飞虱在自然条件下食性单一，无明显的滞育越冬特性，因此冬季有无稻苗存活可作为褐飞虱能否越冬的生物指标（程遐年、陈若篪等，1979）。关于褐飞虱越冬的温度指标，由于缺少实验依据，提法尚不一致。本项工作通过对褐飞虱及水稻抗寒性等的测定，从温度、虫体和寄主三者之间的关系进一步阐明褐飞虱越冬的温度指标，并对越冬北界提供修改补充意见。

材 料 和 方 法

一、试虫均由本课题组饲养提供，生长季节饲养于室外虫源田内，入冬后则移至20℃温室内饲养。

二、过冷却点用自制温差热电偶测定仪测定。热电偶由铜丝和康铜丝焊接组成，其温差电流由检流计测得。在过冷却点测定前，先测得不同已知温差与电动势大小的关系并制成标准曲线供测定时换算使用。

试 验 结 果

一、褐飞虱耐寒性测试

（一）过冷却点的测定

分别对长翅型雌虫、短翅型雌虫、5龄若虫和卵进行测定，结果如表1。

从表1可知，短翅型雌虫和5龄若虫的抗寒力较强，其次为长翅型雌虫，卵的抗寒力较差。

（二）褐飞虱各虫态在模拟冬季低温条件下的存活情况

试验时的日平均温度为9—12℃。用冰箱分设模拟在寒流侵袭下出现极端低温0—

本文于1981年6月收到。
本文承张孝羲副教授，丁锦华同志提出宝贵意见并修改文稿，谨此致谢。

表 1　褐飞虱各虫态的过冷却点和结冰点

虫　　态	测定数量（头）	过　冷　却　点　℃			结　冰　点　℃		
		平　　均	最　　低	最　　高	平　　均	最　　低	最　　高
长翅型雌虫	16	−8.89±0.99	−13.24	−2.34	−6.36±0.71	−10.01	−1.26
短翅型雌虫	16	−9.81±0.72	−14.32	−4.63	−6.35±0.65	−9.34	−2.88
5 龄若虫	14	−9.70±0.86	−15.26	−5.03	−7.78±0.74	−12.03	−3.41
卵	2	−7.66	—	—	−7.63	—	—

−2℃ 和 −2—−4℃ 两种处理。供试虫每天在极端低温下经历 2 小时，然后观察各虫态的存活情况直至全部死亡。试验表明：在日极端低温 0—−2℃ 处理中，长翅型雄虫在处理后 1 天内全部死亡；长翅型雌虫在 2 天内全部死亡；短翅型雌虫和 4—5 龄若虫在 3 天内全部死亡；1—3 龄若虫在 5 天内全部死亡。在日极端低温 −2—−4℃ 处理中，长翅型雄虫和 4—5 龄若虫在 1 天内全部死亡；长翅型雌虫、短翅型雌虫和 1—3 龄若虫则均在 2 天内全部死亡。两处理均表明 1—3 龄若虫、短翅型雌虫的耐寒力较其它虫态为强（图 1、2）。

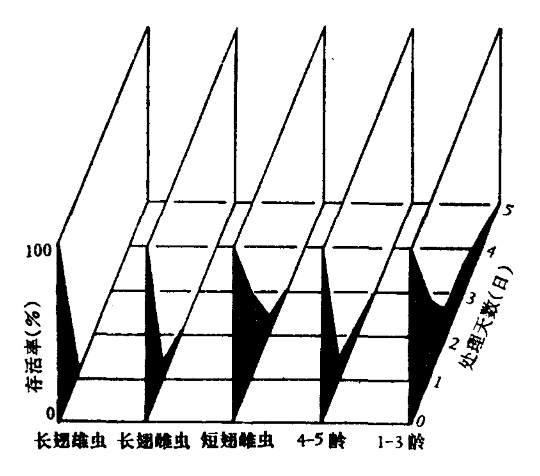


图 1　在模拟低温条件下褐飞虱各虫态的耐寒力（极端低温 0—−2℃）

图 2　在模拟低温条件下褐飞虱各虫态的耐寒力（极端低温 −2—−4℃）

褐飞虱卵在日平均温度 9—12℃ 下连续 2 天分别经历 2 小时极端低温 0—−2℃ 和 −2—−4℃ 的处理。除个别已发育至眼点期的卵粒可孵化外，其它卵粒则因受冻而不能孵化，说明处于不同发育阶段的卵其耐寒性有差异（表 2）。

二、水稻耐寒性的测试

（一）不同生育期水稻过冷却点的测定

经测定，早籼原丰早四叶期秧苗、分蘖期、拔节期、孕穗期水稻的过冷却点分别为 −6.75±0.65℃，−5.64±0.48℃，−4.49±0.95℃，−2.04±0.34℃；结冰点分别为 −5.24±0.38℃，−3.51±0.28℃，−2.68±0.30℃，−1.51±0.25℃。晚粳农虎 6 号二叶期秧苗、分蘖期水稻的过冷却点分别为 −5.12±0.43℃，−5.80±0.79℃；结冰点分别为 −3.76 ±

表 2 模拟低温下卵的孵化率

处理	虫态	数量	孵化情况	
			孵化数	孵化率%
极端低温 0— −2℃	眼点期卵 胚盘、胚带期卵	147 207	3 0	2.04 0
极端低温 −2— −4℃	眼点期卵 胚盘、胚带期卵	122 296	2 0	1.62 0
对照 (25℃常温)	眼点期卵 胚盘、胚带期卵	145 290	103 138	71.03 47.58

0.24℃，−3.08±0.42℃。上述测定结果与褐飞虱的过冷却点相比较，明显看出各生育期稻株的耐寒力均比褐飞虱各虫态的耐寒力为低，说明在自然低温条件下，水稻先行冻死之后，褐飞虱处于饥饿和低温的双重作用下而不能生存过冬。

(二) 不同生育期水稻在低温条件下生长和死亡情况

1. 在冬季寒流袭击下各类稻苗的死亡情况 1980 年秋，在自然条件下分期播种和栽插籼稻原丰早和晚粳农虎 6 号，并于 10 月 20 日起定期检查两品种不同生育期水稻和农垦 57 再生稻的生长情况，至上述稻苗全部死亡为止。

10 月 20 日移栽的原丰早和农虎 6 号的秧苗，由于气温降至 13℃，秧苗栽插后即陆续萎黄，至11月 13 日寒流袭击极端低温达 −0.8℃ 时即先后死亡。在 9 月 20 日和 10 月上旬栽插处于分蘖末期、分蘖始期的农虎 6 号稻苗和农垦 57 再生苗，在自然低温下存续时间较长，在各次寒流袭击下逐渐萎黄，直到 12 月上旬极端气温连续降至 0℃ 左右，并于 12 月 4 日、12 日两天极端气温降至 −3.2 和 −3.5℃ 时，其心叶才最终死亡，以后由于连续低温未见有分蘖芽重新长出成苗。试验说明在冬季出现极端低温 0℃ 以下时，各类型稻苗在田间均不能生存。

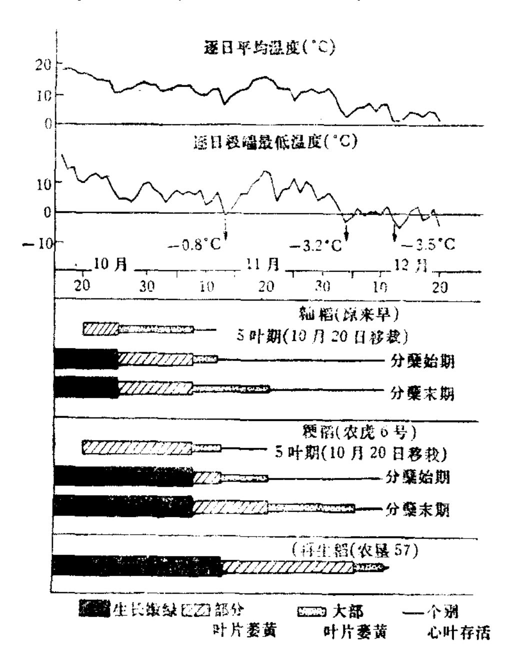


图 3 在自然低温条件下不同水稻类型的耐寒程度

2. 在模拟温度条件下不同生育期水稻死亡情况 早籼原丰早和晚粳沪选 19 的不同生育期水稻，在日平均温度 5℃ 和 9℃ 下，分别经历 2 小时极端低温 0℃ 和 −2℃ 处理。连续处理 2 天后，将其移至 9—12℃ 日平均温度下，7 天后检查植株死亡情况。结果用极端低温 0℃ 处理的分蘖期原丰早和秧苗期沪选 19 均有部分死亡，其它植株则仅有少量叶片受害。但在极端低温 −2℃ 中处理的两品种的各生育期水稻均冻害致死。试验表明水稻的生存下限温度在 0— −2℃ 之间，可以考虑作为褐飞虱越冬北界的温度指标 (表 3)。

表 3　在模拟温度下不同生育期水稻的死亡率

极端低温 ℃	水稻品种	生育期	株数	死亡情况	
				死亡株数	死亡率%
0	原丰早	5 叶期秧苗	75	0	0
		分蘖始期	11	4	36.4
		分蘖末期	21	6	28.6
	泸选 19	5 叶期秧苗	27	1	3.7
		分蘖始期	16	0	0
		分蘖末期	20	0	0
−2	原丰早	5 叶期秧苗	17	17	100
		分蘖始期	10	10	100
		分蘖末期	13	13	100
	泸选 19	5 叶期秧苗	15	15	100
		分蘖始期	14	14	100
		分蘖末期	13	13	100

三、褐飞虱各虫态的耐饥力

为观察在冬季水稻冻死后褐飞虱各虫态的存活情况，对其进行了耐饥力测定。在日平均温度 12—15℃ 的自然条件下，以干枯水稻茎秆保湿饲养各龄若虫和成虫，并以正常水稻饲养为对照。从褐飞虱各虫态逐日死亡率频次分布图(图 4)中看出，各虫态大多于断食后第 2 至第 7 天死亡，仅个别长翅型雌虫、雄虫可耐饥 13 天。对照组总死亡率为 22%。由此表明，褐飞虱若虫和成虫在冬季水稻枯萎后随之因饥饿而相继死亡。

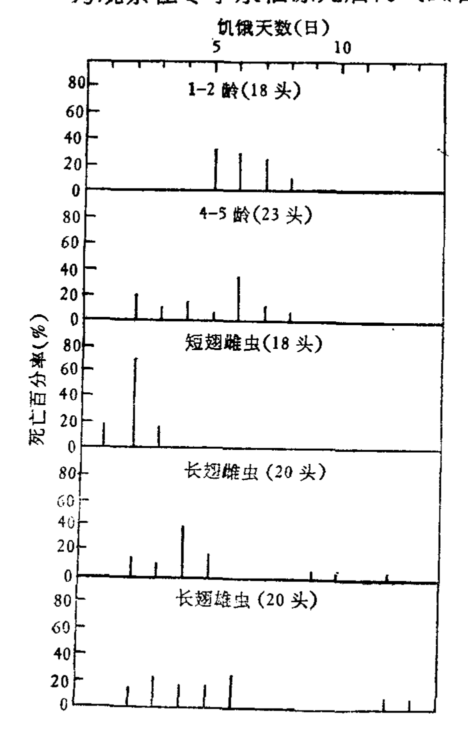


图 4　褐飞虱各虫态在饥饿条件下逐日死亡率
(日平均温度 12—15℃)

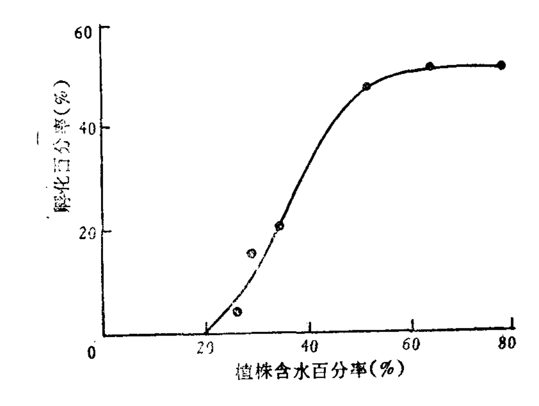


图 5　植株组织含水量与褐飞虱卵孵化率的关系

四、水稻含水量与褐飞虱卵孵化率的关系

1980 年秋，选择晚粳农虎 6 号的带卵植株，在通风处使其失水，并控制时间以造成水

表 4 水稻植株萎蔫度与褐飞虱卵的孵化率关系

萎蔫度	植株含水量%	植株失水率*%	孵化情况		
			卵粒数	孵化数	孵化率%
I	74.3—65 (63.8)	5.4—22.3 (18.8)	155	79	51.0
II	58.1—44.6 (50.6)	26—43 (35.6)	118	56	47.5
III	37.0—31.3 (33)	52.9—60.1 (50.9)	237	49	20.7
IV	29.9—28.5 (29.2)	61.9—63.7 (62.8)	261	41	15.7
V	27.1—23.7 (25.9)	65.5—69.8 (67)	87	4	4.6
VI	21.5—16.7 (19.7)	72.6—79.2 (74.8)	258	0	0
对照	78.5	—	285	147	51.6

* 植株失水率% $=\frac{\text{植株鲜重}-\text{失水后植株重}}{\text{植株鲜重}}\div$对照植株含水%。

稻组织内的不同含水量，随即保湿并在适宜温度25℃下观察孵化情况。结果表明卵的孵化率随水稻组织的失水程度而明显下降。当水稻含水量下降至20%时，卵全部死亡（见表5）。水稻含水量与卵孵化率的关系几呈“S”形曲线(图5)。这一试验亦说明褐飞虱冬季残存于稻桩和再生稻等枯萎植株中的卵粒，除受低温影响外，还因水稻失水而丧失其孵化率，因而不能存活过冬。

讨 论

一、褐飞虱越冬的温度指标和越冬北界的修订意见 有关褐飞虱在我国大陆越冬北界的问题，过去曾在大量越冬调查的基础上结合各地气象资料分析，提出大体以一月份12℃等温线或出现极端低温2—3℃的地方为限（程遐年、陈若篪等，1979），或认为以一月平均气温10℃的地方为越冬北界较为确切（全国褐飞虱科研协作组联合测报网，1982）。但上述分析结果均因缺少实验数据而感到不足。

根据本文对褐飞虱越冬生态条件的研究，认为温度和寄主是影响其越冬的两个关键因素。水稻的耐寒性明显低于褐飞虱，在冬季低温降临后，寄主先行枯萎，褐飞虱在食料缺乏和低温的共同影响下相继死亡。因此可以认为水稻的生存下限温度0—-2℃可作为褐飞虱在我国大陆越冬北界的温度指标。据此，结合历年来的越冬调查，参照1978年中央气象局编制的《中华人民共和国气候图集》，将褐飞虱在我国的越冬北限绘于图6，具体的越冬界限为：在东经115—112度间东南沿海地区，自西向东大致在北纬24—26度附近；在东经110—115度间的珠江流域地区大致在北纬24度附近；在东经98—110度间的云、黔、桂等地区由于地形复杂，其越冬界限大致位于北纬23—25度之间。

在越冬北界以北地区，冬季极端低温高于0—-2℃的局部小生镜(如在温泉附近)，水稻和褐飞虱在冬季也可以存活过冬。

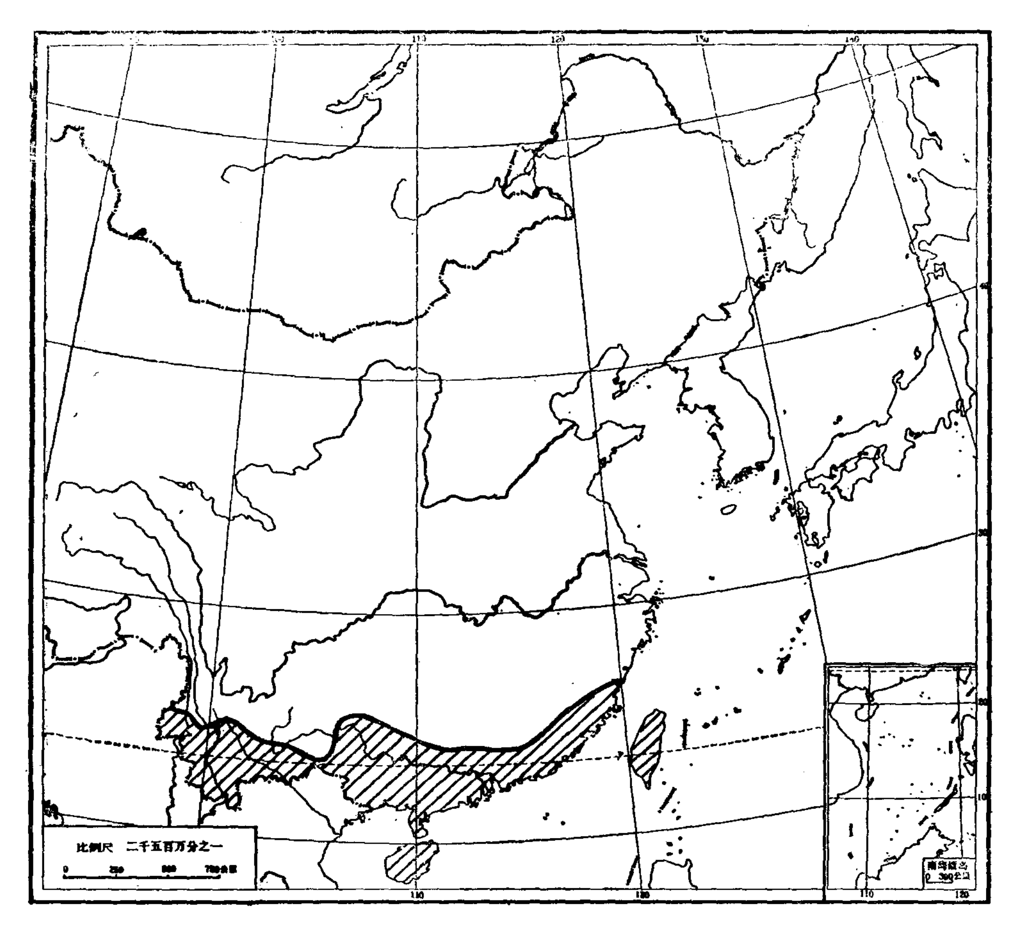


图 6　褐飞虱在我国的越冬北界

二、褐飞虱的越冬寄主问题　关于褐飞虱越冬寄主的问题，国内仍有不同的看法。在自然条件下游草能否成为湖南褐飞虱的越冬寄主及其上的褐飞虱是否为翌年的主要虫源等问题还有待于继续研究澄清。

参　考　文　献

中央气象局　1978　中华人民共和国气候图集。222—3。地图出版社。
张宜绪、林贻鼎、黄水富　1979　褐稻虱在闽北越冬的探讨。昆虫知识 **16**(4)：147—8。
徐秀媛、赵健、陈若篪　1982　以游草饲养褐稻虱的结果和讨论。昆虫知识 **19**(2)：48。
程遐年、陈若篪等　1979　稻褐飞虱迁飞规律的研究。昆虫学报 **22**(1)：1—21。
湖南省褐飞虱科研协作组　1981　湖南褐飞虱越冬虫源及发生。植物保护 **7**(2)：21—3。
雷惠质、柳桂秋、吴美伍　1982　褐稻虱若虫取食游草能羽化成虫。昆虫知识 **19**(1)：48。

THE OVERWINTERING TEMPERATURE INDEX OF BROWN PLANTHOPPER *NILAPARVATA LUGENS* STÅL

CHEN RUO-CHI ZHAO JIAN XU XIU-YUAN

(Department of Plant Protection, Nanjing Agricultural College)

The supercooling temperature of both the brown planthopper and the rice plant have been determined. The supercooling point of the insect is − 8.89 ± 0.99, − 9.81 ± 0.72, 9.70 ± 0.86, − 7.66°C for the macropterous female, the broachypterous female, the nymph in 5th instar and the egg, respectively. The supercooling point of long-shaped rice is —6.75 ± 0.65, —5.64 ± 0.48, −4.49 ± 0.95, − 2.04 ±0.34°C for the seedling, tellering, early spike formation and late spike formation stages respectively; the supercooling point of the round-shaped rice is − 5.12 ± 0.43, − 5.80 ± 0.79°C for seedling and tellering stages respectively. The results show that the cold hardiness of brown planthopper is greater than that of rice plant. Because the brown planthopper can not survive without the living rice plants, the study of the cold hardiness of plants is more important than that of the brown planthopper. The different developmental stages of both the brown planthopper and rice plants were treated under various levels of low temperature. The results show that the critical low temperature for survival of various rice plants is about 0 to —2°C in winter, and is higher than that of brown planthopper. Under conditions where rice is lacking the insect can survive only for 7 to 13 days in winter. The overwintering eggs of brown planthopper in the rice stem will fail to survive when the water content of the stem drops to 20%.

Based on the results mentioned above, the northern boundary of overwintering of the brown planthopper in China has been discussed in the paper.